

УДК 620.179.14

С.П. Нощенко, студент гр. ПК-91мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського

МОНІТОРИНГ ДЕГРАДАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ВИХРОСТРУМОВИМ МЕТОДОМ

Анотація. Метою даної статті є опис можливості опрацювання отриманого сигналу з вихрострумового перетворювача при контролі авіаційної техніки. Більш детальний аналіз дефекту необхідний для врахування деградації конструкційних матеріалів при оцінюванні залишкового ресурсу елементів літальних апаратів після довготривалої експлуатації.

Ключові слова: Вихрострумний контроль, дефект, літальні апарати, годограф внесеної напруги,

ВСТУП

Моніторинг на різних етапах експлуатації та проведення періодичних цільових технічних оглядів, знижує ризик непередбачених подій під час експлуатації у небі, забезпечує повне використання відведеного експлуатаційного ресурсу елементів літальних апаратів і їх обґрунтоване збільшення при збереженні закладеного рівня надійності після виконання ремонтних робіт. Підвищення достовірності оцінки технічного і корозійного стану високонавантажених елементів конструкції можливе за допомогою вихрострумового неруйнівного контролю.

ДЕГРАДАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Деградація компонентів літальних апаратів пов'язана з накопиченням корозійних пошкоджень (загальне стоншення металу, точкові дефекти і міжкристалічна корозія) та дефектів (макротріщин), які є причиною зниження його здатності витримувати навантаження [1].

Деякі з дефектів усуваються під час ремонту. Інші враховуються при розрахунку в напруженому стані елемента з дефектами та подальшій оцінці його залишкового ресурсу [3]. В даний час, цей підхід використовується для оцінки безпечного очікуваного часу експлуатації літака. Залежно від різних факторів, пов'язаних з технологією виробництва та умовами експлуатації, механічні характеристики матеріалу, які призначені для повернення його до початкового стану, можуть бути змінені через руйнації мікроструктури матеріалу внаслідок тривалої експлуатації. Такі зміни фізичного стану та мікроструктурні пошкодження матеріалу (утворення порожнин, раковин та мікротріщин) знижують функціональні властивості матеріалів. У сучасній практиці технічного обслуговування повітряних суден ці явища деградації не враховуються при оцінці залишкового ресурсу компонентів літальних апаратів. Однак його можна достовірно оцінити лише на основі характеристик міцності, довговічності та стійкості матеріалу до тріщин на поточний момент експлуатації. Отже, повинні бути встановлені корекційні коефіцієнти, що ґрунтуються на зміні цих характеристик порівняно з їх початковим станом. Число досліджень, пов'язаних з цією проблемою недостатньо.

В цілому деградація матеріалів визначається їх структурно-фазовим станом та мікроструктурними пошкодженнями. Для кольорових металів (таких

як алюмінієві сплави) технології моніторингу можуть бути розроблені на основі вимірювання електропровідності матеріалу. Відомо, що електрична провідність, виміряна методом вихрових струмів, чутлива до структурного стану та механічних характеристик алюмінієвих сплавів.

ВИХРОСТРУМОВИЙ КОНТРОЛЬ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Метод вихрострумового неруйнівного контролю (ВСНК) оснований на взаємодії збуджуючого електромагнітного поля та об'єкта контролю. Ця взаємодія змінює вихрові струми в досліджуваному зразку. Оператор може виявити наявність дуже дрібних поверхневих та під поверхневих тріщин, контролюючи зміни щільності вихрових струмів.

Метод ВСНК дає змогу проводити високошвидкісні випробування (зі швидкістю сканування поверхні досліджуваного об'єкту до 150 м/с) в суворих робочих умовах, коли інші методи мають обмеження на використання [2]. Вихрострумові випробування за високої швидкості контролю особливо доцільні на виробничих лініях в автоматичній інспекції напівфабрикатів, таких як прутки, труби або профілі. Результати вихрових випробувань отримують практично миттєво, тоді як інші методи, такі як випробування проникаючими рідинами або оптичний контроль, вимагають трудомістких процедур, які унеможливають реалізацію 100% контролю.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРО НАЯВНІСТЬ ДЕФЕКТІВ НА ОСНОВІ ГОДОГРАФА ВНЕСЕНОЇ НАПРУГИ

Метою даної статті аналіз можливості опрацювання отриманого сигналу з вихрострумового перетворювача і оцінювання параметрів дефектів. За результатом аналізу годографа внесеної від дефекта відносної напруги (рис. 1) було виявлено залежність не тільки відносного розміру глибини тріщини від внесеної комплексної напруги, але й можливість визначення параметрів дефекту – його відносну глибину залягання та висоту тріщини.

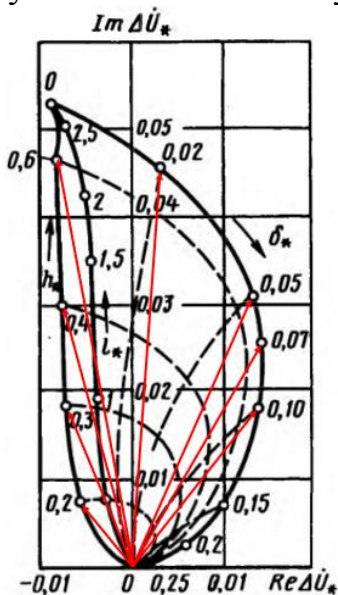


Рис. 1 Годограф накладного ВСП від глибини довгих дефектів в провідному півпросторі.

На рис.1. використано такі позначення:

$\Delta \dot{U}^*$ – зміна відносно внесною напруги;

$\delta^* = \delta / D_{ек}$ – відносна глибина залягання дефекту ;

$h^* = h / D_{ек}$ – відносна глибина дефекту;

δ, h – глибина залягання і глибина дефекту відповідно;

Як видно з рис.1 існує можливість за сигналом дефекту $\Delta \dot{U}^*$ не тільки виявити сам дефект, але й оцінити його параметри: величину δ^* можна оцінити за аргументом вектора $\Delta \dot{U}^*$, а значення h^* , за наявності заздалегідь визначених градувальників характеристик – за модулем вектора $\Delta \dot{U}^*$. Отже використання інформації про модуль і аргумент вектора внесеної напруги $\Delta \dot{U}^*$ дає змогу більш детально дослідити дефект, оцінити його розміри, і на цій основі виконати більш точно розрахунок залишкового ресурсу певної деталі конструкції літального апарату.

ВИСНОВОК

Під час експлуатації авіаційної техніки виникає потреба періодичного контролю її елементів з метою запобігання подальшого руйнування окремих елементів та подовження терміну експлуатації всього літального апарату. Раціональним рішенням є контроль складових конструкції накладним вихрострумовим перетворювачем з подальшим визначенням амплітудних та фазових характеристик сигналу. Використання цих характеристик дає змогу оцінити параметри поверхневих та під поверхневих дефектів і на цій основі підвищити точність розрахунку залишкового ресурсу літального апарату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Evaluation of Aluminium Alloys Degradation in Aging Aircraft Evaluation of Aluminium Alloys Degradation in Aging Aircraft. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/341611017_Evaluation_of_Aluminium_Alloys_Degradation_in_Aging_Aircraft_Evaluation_of_Aluminium_Alloys_Degradation_in_Aging_Aircraft
- [2] Institut Dr. Foerster. DEFECTOMAT Sensor System Thermal Coil. Режим доступа: <http://www.foerstergroup.com/DEFECTOMAT-sensor-system-thermal-coil.73.0.html>
- [3] Діагностика технічного стану авіаконструкцій після довготривалої експлуатації / О.П. Осташ, Д.С. Ківа, В.М. Учанін., О.І. Семенець, І.М. Андрейко, Ю.В. Головатюк // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. — 2013. — № 2. — С. 15-22.

Науковий керівник, проф. каф. ПСНК Куц Ю. В.